

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-051311

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.:

G02F 1/37

(21)Application number : 11-225083

(71)Applicant : USHIO SOGO GIJUTSU KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 09.08.1999

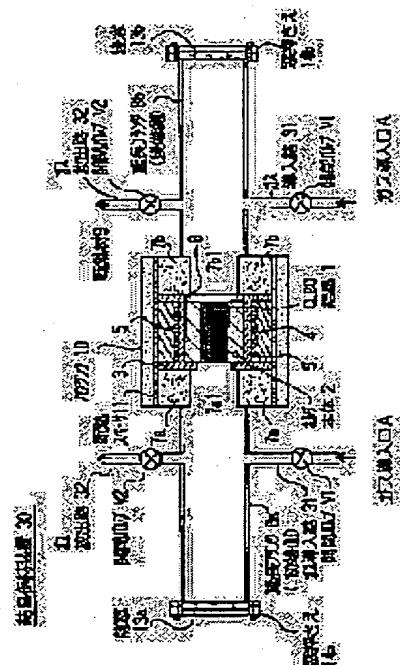
(72)Inventor : DEKI KYOICHI

## (54) CRYSTAL HOLDING DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a crystal holding device which allows the stable use of nonlinear optical crystals, such as CLBO and BBO, having a deliquescence property for a long period of time.

SOLUTION: A holder body 2 on which a heater 5 is wound and a nonlinear optical crystal 1 in a heater bobbin 3 are installed and are housed into a housing 10. Also, extension flanges 8a and 8b having window members 13a and 13b are mounted at the housing 10. The extension flanges 8a and 8b are provided with gas introducing paths and gas discharge paths so that the gaseous oxygen or gaseous mixture described above is supplied from outside into the space installed with the nonlinear optical crystal. Also, when the gas is introduced at all times from outside, both sides of the extension flanges 8a and 8b may be opened without providing the flanges with the window members 13a and 13b. The incident surface and exit surface of the nonlinear optical crystal 1 come into contact with the gas but the flanks thereof are held airtight.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-51311

(P2001-51311A)

(43) 公開日 平成13年 2月23日 (2001. 2. 23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 F 1/37

識別記号

F I

G 0 2 F 1/37

タームコード (参考)

2 K 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-225083

(22) 出願日 平成11年 8月 9日 (1999. 8. 9)

(71) 出願人 397060245

株式会社ウシオ総合技術研究所  
静岡県御殿場市駒門 1 丁目90番地

(72) 発明者 出来 恭一

静岡県御殿場市駒門 1 丁目90番地 株式会  
社ウシオ総合技術研究所内

(74) 代理人 100100930

弁理士 長澤 俊一郎

Fターム (参考) 2K002 AB12 CA02 DA01 EA22 GA10  
HA20

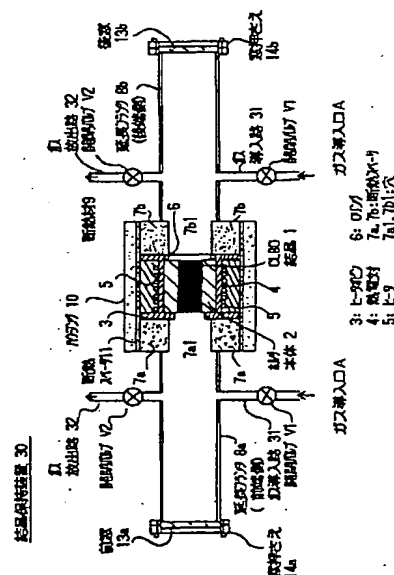
(54) 【発明の名称】 結晶保持装置

(57) 【要約】

【課題】 潮解性を有するCLBO、BBO等の非線形光学結晶を長時間に渡って安定に使用することが可能な結晶保持装置を提供すること。

【解決手段】 ヒータ5を巻き付けたホルダ本体2、ヒータボビン3内に非線形光学結晶1を設置し、これらをハウジング10内に収納する。また、ハウジング10に窓部材13a、13bを有する延長フランジ8a、8bを取り付け、この延長フランジ8a、8bにガス導入路、ガス排出路を設け、非線形光学結晶が設置される空間に外部から上記酸素ガスあるいは混合ガスを供給するようにする。また、外部から上記ガスを常時導入する場合には窓部材13a、13bを設けず、延長フランジ8a、8bの両端を開放してもよい。なお、非線形光学結晶1の入射面と出射面はガスに接触するがその側面は気密に保持されている。

本発明の第1の実施例の結晶保持装置の構成を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 紫外線を放出する $M_x N_y (B_3 O_5)$ 、もしくは $BBO$ の非線形光学結晶の保持装置であって、

この保持装置はガス導入路とガス放出路とを備え、このガス導入路より、純粋酸素または酸素と不活性ガスの混合ガスが、保持装置内に常に供給されるとともに、前記結晶はレーザー光の入射端面および出射端面が前記ガスに露出するとともに、その他の面は略気密に保持されていることを特徴とする結晶保持装置。

【請求項2】 紫外線を放出する $M_x N_y (B_3 O_5)$ 、もしくは $BBO$ の非線形光学結晶の保持装置であって、

この保持装置は全体として気密シール可能な構造であり、かつ、ガス導入路とガス放出路とを備え、このガス導入路より、純粋酸素または酸素と不活性ガスの混合ガスが、保持装置内に間欠的に供給されるとともに、前記結晶はレーザー光の入射端面および出射端面が前記ガスに露出するとともに、その他の面は略気密に保持されていることを特徴とする結晶保持装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は紫外線を放出する非線形光学結晶を保持するための結晶保持装置に関し、さらに詳細には、非線形光学結晶を長寿命で使用することができる結晶保持装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、非線形光学結晶を用いた波長変換により紫外光を発生させ、該紫外光を産業用に応用する試みがなされている。このような用途に使用される非線形光学結晶としては、 $CLBO (Ca_2 Li B_6 O_{10})$ 、 $LBO (Li B_3 O_5)$ 、 $BBO (\beta - Ba_2 B_2 O_4)$ 、 $CBO (Ca_2 B_3 O_5)$ 等が知られている。これらの結晶は潮解性であり、そのまま空气中に放置すると、表面に水和物ができる。表面に水和物があるまま光が非線形光学結晶に入射すると、そこで急激な熱上昇が発生し、場合によっては非線形光学結晶にクラック等のダメージが発生する。

【0003】したがって、上記非線形光学結晶を長時間に渡って使用するには、通常、非線形光学結晶を保持装置内に設置し、保持装置内に水分を含まない特定ガスを供給する必要がある。しかしながら、上記非線形光学結晶を産業上で使用する用途は、従来、ほとんどなかったため、上記非線形光学結晶を保持する結晶保持装置は公表されたものではなく、上記非線形光学結晶の長寿命化を図るために上記結晶保持装置内に供給されるガスも知られていなかった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記事情に鑑

みなされたものであって、その目的とするところは、潮解性を有する $CLBO$ 、 $BBO$ 等の非線形光学結晶を長時間に渡って安定に使用することが可能な結晶保持装置を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】前記したように、 $CLBO$ 、 $LBO$ 、 $BBO$ 、 $CBO$ 等の非線形光学結晶は潮解性を有し、そのまま空气中に放置すると、表面に水和物ができ使用出来なくなる。そこで、本発明者らは、結晶保持装置内に $CLBO$ 結晶を設置し、その内部に高純度窒素ガスを流す構造の結晶保持装置を作製し使用を試みた。これは、 $CLBO$ 結晶を、低湿度な雰囲気内に保つためであった。しかし、上記高純度窒素ガスが封入された結晶保持装置を、例えば $Nd:YAG$ レーザー装置が放出する光の2倍波を入射しその4倍波(266nm)を放出する波長変換装置に適用したところ、 $CLBO$ 結晶の後端面全体が動作時間の経過とともに荒れ、 $Nd:YAG$ 4倍波出力が動作時間の経過とともに減少することがわかった。

【0006】次に、高純度アルゴンガスを結晶保持装置内に供給、上記と同様に $Nd:YAG$ 4倍波を放出させた。しかしながら、この場合にも、動作時間の経過とともに $Nd:YAG$ 4倍波出力が減少した。そこで、さらに高純度酸素ガスを結晶保持装置内に供給し、上記と同様に $Nd:YAG$ 4倍波を放出させた。上記のように高純度酸素ガスを結晶保持装置内に供給したところ、出力が低下することなく $CLBO$ 結晶を長時間使用することが可能となった。

【0007】この原因は明らかでないが、その一因は、 $CLBO$ 結晶の構成要素である酸素(O)が非線形光学結晶から抜けてしまうためではないかと考えられる。すなわち、 $CLBO$ 等の非線形光学結晶は元来、酸素を含んでいるが、 $Nd:YAG$ 4倍波の発生とともに酸素が結晶から離脱しやすくなり、酸素が結晶から抜けてしまうためと考えられる。また、 $CLBO$ 結晶を湿度を低い状態(35%以下)に保った部屋の大気中にさらした状態で、上記と同様に $Nd:YAG$ 4倍波を放出させたところ、高純度酸素ガスを流した場合と同様、出力の低下はみられなかった。また、酸素ガスと不活性ガスの混合ガスの場合も同様の効果が得られた。

【0008】いずれにしても、結晶保持装置にガス導入路とガス導出路を設け、酸素を供給する構造であれば、 $CLBO$ 結晶の出力劣化は小さくなるものと考えられ、これは、酸素と不活性ガスの混合ガスの場合であっても同様の効果が得られると考えられる。さらに、一部が開放した結晶保持装置を用いた場合であっても、ガス導入路から酸素もしくは上記混合ガスを常に導入し、結晶保持装置内の結晶の周囲が酸素で満たされた状態になるようにすれば、同様な効果を得ることが可能である。

【0009】以上のことは、 $CLBO$ 結晶だけでなく、

潮解性を有する前記した $\text{LiBO}$ 、 $\text{BBO}$ 、 $\text{CBO}$ 結晶等の、一般に化学式" $\text{M}_x \text{N}_y (\text{B}_3 \text{O}_5)_z$ "で表される非線形光学結晶にも適用できるものと考えられる。ここで、 $\text{M}$ 、 $\text{N}$ は $\text{Cs}$ 、 $\text{Li}$ 等の原子記号を表し、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ は整数値である。例えば、 $\text{M}=\text{Cs}$ 、 $\text{N}=\text{Li}$ 、 $x=y=1$ 、 $z=2$ の場合は、 $\text{Cs Li B}_6 \text{O}_{10}$  ( $\text{CLBO}$ )を表す。

【0010】以上に基つき、本発明においては、次のようにして前記課題を解決する。

(1) 紫外線を放出する $\text{M}_x \text{N}_y (\text{B}_3 \text{O}_5)_z$ もしくは $\text{BBO}$ の非線形光学結晶の保持装置であって、この保持装置はガス導入路とガス放出路とを備え、このガス導入路より、純粋酸素または酸素と不活性ガスの混合ガスが、保持装置内に常に供給されるとともに、前記結晶はレーザ光の入射端面および出射端面が前記ガスに露出するとともに、その他の面は略気密に保持する。

(2) 紫外線を放出する $\text{M}_x \text{N}_y (\text{B}_3 \text{O}_5)_z$ もしくは $\text{BBO}$ の非線形光学結晶の保持装置であって、この保持装置は全体として気密シール可能な構造であり、かつ、ガス導入路とガス放出路とを備え、このガス導入路より、純粋酸素または酸素と不活性ガスの混合ガスが、保持装置内に間欠的に供給されるとともに、前記結晶はレーザ光の入射端面および出射端面が前記ガスに露出するとともに、その他の面は略気密に保持する。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施例の結晶保持装置の構成を示す図である。同図は、本実施例の結晶保持装置の断面図である。図1において、1は $\text{CLBO}$ 結晶であり、 $\text{CLBO}$ 結晶1は純アルミニウムで形成されたホルダ本体2中に設置されている。 $\text{CLBO}$ 結晶1は、上記ホルダ本体2の凹部中に挿入されており、図示しない板ばね等で押圧され、ホルダ本体2内で移動しないように保持されている。 $\text{CLBO}$ 結晶1は両端面が外部空間に露出しており、一方の端面から $\text{CLBO}$ 結晶1にレーザ光が入射し、他方の端面からレーザ光が放出される。3は純アルミニウムから形成される略円筒状のヒータボビンであり、ヒータボビン3の外周には、温度計測用制御用の熱電対4が取り付けられ、その上に絶縁材料で被覆されたニクロム線等からなる $\text{CLBO}$ 結晶加熱用のヒータ5が巻かれている。

【0012】前記 $\text{CLBO}$ 結晶1が設置されたホルダ本体2は上記ヒータボビン3中に挿入され、ホルダ本体2はリング6によりヒータボビン3に固定されている。ヒータボビン3の両端面には真空用フランジが形成されており、真空用フランジと断熱スペーサ7a、7bとが接する面はほぼ気密に保持される。断熱スペーサ7a、7bは機械加工可能なセラミックスで構成され、断熱効果を持たせてある。断熱スペーサ7a、7bの中央には光を通過させる穴7a1、7b1が設けられている。また、断熱スペーサ7a、7bの両端面には真空用フラン

ジが形成されており、上記したようにヒータボビン3の真空用フランジと接する面がほぼ気密に保持され、また、後述する延長フランジ8a、8bと接する面が気密に保持される。前記したヒータ5の外側には断熱材9が巻かれており、断熱材9の厚さは、その外径が断熱スペーサ7a、7bとほぼ同じ外径となるように選定されている。

【0013】ホルダ本体2が挿入されたヒータボビン3、断熱材9、断熱スペーサ7a、7bは薄いフッ素樹脂材で形成された円筒状の断熱スペーサ11内に挿入され、これら全体が機械加工可能なセラミックスで形成されたハウジング10内に収納される。フッ素樹脂は断熱材として優れており、これにより $\text{CLBO}$ 結晶1の効率良い加熱が可能となる。上記ハウジング10、断熱スペーサ7a、7b、円筒状の断熱スペーサ11は、ハウジングの上面側の角部に取り付けられたネジにより一体で固定される。

【0014】断熱スペーサ7a、7bの両側には、円筒状の延長フランジ8a、8bが接続され、延長フランジ8a、8bは、断熱スペーサ7a、7bを貫通しヒータボビン3に達する止めねじにより固定されている。上記延長フランジ8a、8bは機械加工可能なセラミックスで形成されている。延長フランジ8a、8bのそれぞれ他方端には、合成石英ガラスからなり表面に反射防止膜が形成された前窓13a、後窓13bが設けられる。前窓13a、後窓13bは窓押さえ14a、14bにより延長フランジ8a、8bに気密に取り付けられている。

【0015】結晶保持装置の前端側（光入射側）および後端側（光出射側）の延長フランジ8a、8bにはガス導入路31およびガス放出路32が設けられ、ガス導入路31には開閉バルブV1が設けられ、また、ガス放出路32には開閉バルブV2が設けられている。前記酸素ガスもしくは混合ガスを連続供給する際には、上記開閉バルブV1、V2は常時開かれ、ガス導入路31のガス供給口Aから酸素ガスもしくは混合ガスが結晶保持装置内に連続的に供給される。また、前記酸素ガスもしくは混合ガスを間欠供給する際には、上記開閉バルブV1、V2は一定時間毎に同期して開閉が繰り返され、ガス導入路31のガス供給口Aから供給される酸素ガスもしくは混合ガスは、間欠的に結晶保持装置内に供給される。ここで、混合ガスは酸素と不活性ガスの混合であり、具体的には酸素と希ガス、酸素と窒素、酸素と希ガスと窒素の場合がある。また、混合ガスの場合は酸素と酸素以外の全てのガスとの圧力比率において、酸素25%以上とする必要がある。ここで、 $\text{CLBO}$ 結晶1は入射面と出射面が上記供給されたガスと接触するように両延長フランジ内の空間に露出するように配置され、 $\text{CLBO}$ 結晶1の側面（入射面と出射面以外の面）はホルダ本体2とほぼ気密に接触している。したがって、例えば延長フ

ランジ8bに設けられたガス導入路31から供給されたガスが、CLBO結晶1の側面あるいはヒータボビン3内の空間を貫通して延長フランジ8a内の空間に導かれるようなガス流路は設けられていない。すなわち、CLBO結晶1はその側面においてほぼ気密に保持されている。

【0016】図2は本実施例の結晶保持装置を波長交換に適用した場合の構成の一例を示す図である。同図において、20は本実施例の結晶保持装置であり、結晶保持装置20内にはCLBO結晶1が設置されており、CLBO結晶1は前記したヒータ5により加熱され温度制御されている。なお、CLBO結晶1を保持する構造はこの実施例では省略している。21は集光レンズであり、Nd:YAGレーザ装置(図示せず)が射出するレーザ光の2倍波を集光レンズ21に入射させ、集光レンズ21から射出した光を、延長フランジ8aの前窓13aから結晶保持装置20内に入射する。結晶保持装置20内に入射した光はCLBO結晶1の中央部付近に集光し、CLBO結晶1で波長変換され、Nd:YAGレーザ装置が射出する光の4倍波(266nm)が延長フランジ8bの後窓13bから射出する。

【0017】図3は上記結晶保持装置20内にアルゴンガスのみをガス導入路から供給した場合と、高純度酸素ガスをガス導入路から供給した場合の結晶保持装置20の出力を示す図である。なお、同図は、アルゴンガスおよび酸素ガスの封入圧力が1気圧の場合を示しており、横軸は時間(Hours)、縦軸は上記266nmの光の相対出力(酸素ガス、アルゴンガスを封入した場合の経過時間0のときの出力を1とした相対出力)を示している。同図から明らかなように、アルゴンガスを封入した場合には、出力の低下が見られるが、高純度酸素ガスを封入した場合には、出力の低下がほとんどみられなかった。なお、上記実験は、アルゴン、高純度酸素ガスをそれぞれ結晶保持装置20内に供給した場合の結果を示しているが、アルゴン等の希ガスと酸素ガスを混合した場合でも高純度酸素ガスを封入した場合と同様の効果が得られる。ちなみに、アルゴンガスと酸素ガスの混合比が3:1の場合でも同様な効果が得られることが確認されており、希ガスと純粋酸素の混合比が5:1程度まで同様の効果が得られると推察される。

【0018】図4は本発明の第2の実施例の結晶保持装置の構成を示す図である。本実施例は、図1に示した前窓13a、後窓13bを除去して結晶保持装置の前端側(光入射側)、後端側(光射出側)を開放し、前端側の延長フランジ8a、後端側の延長フランジ8bにそれぞれガス導入路を設けた場合を示している。なお、同図では結晶保持装置の細部が省略されているが、図示されていない部分は図1と同様な構成を有する。図5において、40は本実施例の結晶保持装置であり、結晶保持装置40内にはCLBO結晶1が設置されており、CLB

O結晶1は前記したヒータ5により加熱され温度制御されている。

【0019】結晶保持装置40の前端側(光入射側)および後端側(光射出側)の延長フランジ8a、8bにはガス導入路41、41'が設けられ、ガス導入路41、41'には開閉バルブV1、V1'が設けられている。また、延長フランジ8a、8bの両端は開放され、ガス供給口Aから供給される酸素もしくは混合ガスは、延長フランジ8a、8bの両端の開口部42、42'から外部に放出される。本実施例においては、上記のようにCLBO結晶の前側および後側にガス導入路41、41'を設け、上記開閉バルブV1、V1'を常時開いて、CLBO結晶の前側および後側に酸素ガスもしくは混合ガスを連続供給する。これにより、延長フランジ8a、8bの両端が開放されていても、CLBO結晶の周囲を上記酸素ガスもしくは混合ガスで満たすことができ、CLBO結晶の防湿を図るとともに長寿命化を図ることができる。本実施例の結晶保持装置を波長交換に適用する場合には、第1の実施例と同様に、延長フランジ8aの前端側の開口部42から光を結晶保持装置40内に入射し、CLBO結晶1で波長変換された光を延長フランジ8bの後端側の開口部42'から射出させる。

【0020】ガス導入路およびガス放出路の配置としては、次のように種々の変形をすることができる。図5は結晶保持装置が気密シールされている場合のガス導入路、ガス放出路の配置例を示す図である。同図(a)は図1に示したガス導入路31、ガス放出路32の配置を示し、同図(b)はガス導入路31、ガス放出路32の配置が前端側(光入射側)と後端側(光射出側)で異なる例を示す。また、同図(c)は、ガス導入路31前端側の延長フランジ8aに設け、ガス放出路32を後端側の延長フランジ8bに設けるとともに延長フランジ8aと延長フランジ8bの間に中間パイプ33を設けた例を示し、同図(d)はガス導入路31を後端側の延長フランジ8bに設け、また、ガス放出路32を前端側の延長フランジ8aに設け、さらに中間パイプ33を延長フランジ8aと延長フランジ8bの間に設けた例を示している。

【0021】図6は結晶保持装置の延長フランジ8a、8bの両端が開放されている場合のガス導入路、ガス放出路の配置例を示す図である。同図(a)は図4に示したガス導入路41、41'の配置を示し、導入されたガスは延長フランジ8a、8bの両端の開口部42、42'から放出される。同図(b)はガス導入路41を前端側(光入射側)の延長フランジ8aと後端側(光射出側)の延長フランジ8bに設け、導入されたガスを延長フランジ8a、8bの両端の開口部42、42'から放出させる場合を示し、同図(c)は、ガス放出路43を前端側(光入射側)の延長フランジ8aと後端側(光射出側)の延長フランジ8bに設けた場合を示している。

【0022】図7は複数のCLBO結晶1を並べた場合の結晶保持装置を示す。各結晶の前端部と後端部に延長フランジ8が設けられ、各々の延長フランジ8にガス導入路31とガス放出路32が設けられる。同図(a)は各々の延長フランジに独立したガス導入路31とガス放出路32が設けられた場合を示し、同図(b)は中間パイプ33によって接続した場合を示す。なお、同図

(b)の構造においてガスの流れは種々の変形が可能である。また、図7に示すような複数の結晶を並べて構造においても延長フランジ3の最前端、最後端に窓13 a, 13 bを有しない構造も当然に可能である。

【0023】なお、上記例では、延長フランジ8 a, 8 bの両端が閉じている場合、および両端が開放している場合について示したが、延長フランジ8 a, 8 bの一方端が閉じ、他方端が開放していてもよい。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、紫外線を放出する $M_x N_y (B_3 O_5)_z$ の非線形光学結晶が設置された保持装置内に、純粋酸素または酸素と希ガスの混合ガスを外部から導入するようにしたので、潮解性を有する上記非線形光学結晶の長寿命化を図ることができ、結晶保持装置の出力光の低下を抑止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の結晶保持装置の構成を示す図である。

【図2】本実施例の結晶保持装置を波長変換に適用した場合の構成の一例を示す図である。

【図3】結晶保持装置内にアルゴンガスのみを供給した場合と、高純度酸素ガスを供給した場合の出力を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施例の結晶保持装置の概略構成を示す図である。

【図5】第1の実施例の変形例を示す図である。

【図6】第2の実施例の変形例を示す図である。

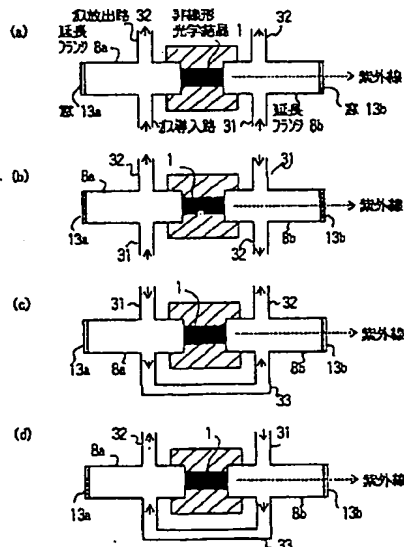
【図7】本発明の他の変形例を示す図である。

【符号の説明】

1	CLBO結晶
2	ホルダ本体
3	ヒータボビン
4	熱電対
5	ヒータ
6	Oリング
7 a, 7 b	断熱スペーサ
8 a, 8 b	延長フランジ
9	断熱材
10	ハウジング
11	断熱スペーサ(円筒)
13 a	前窓
13 b	後窓
20, 30, 40	結晶保持装置
31, 41	ガス導入路
42	開口部
32, 43	ガス放出路
V1, V2	開閉バルブ

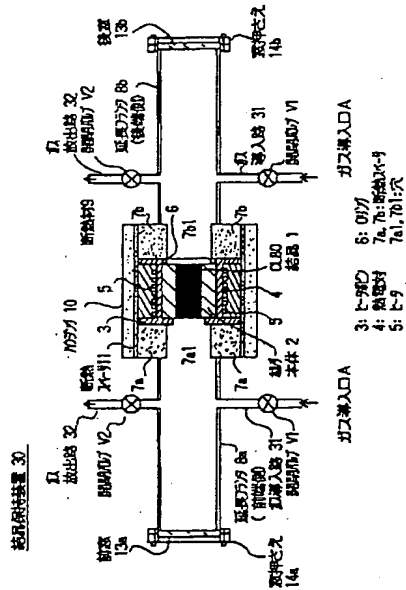
【図5】

第1の実施例の変形例を示す図



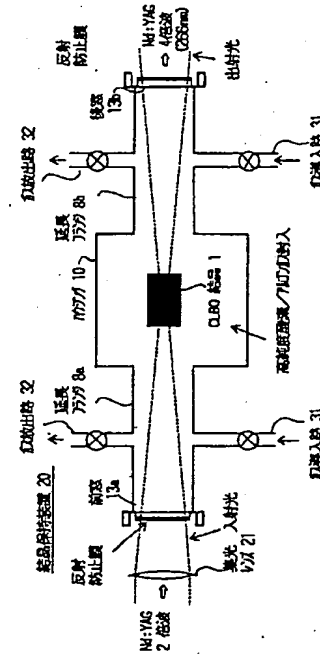
【図1】

本発明の第1の実施例の結晶保持装置の構成を示す図



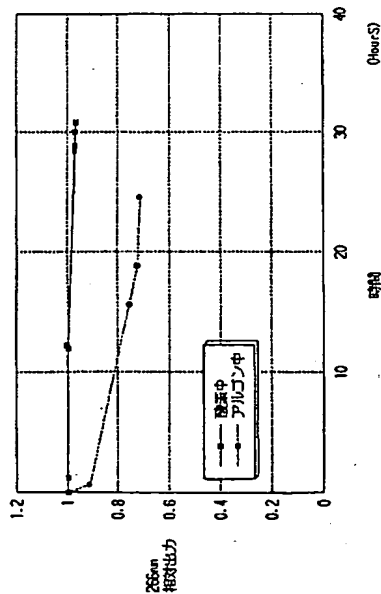
【図2】

本実施例の結晶保持装置を改良交換に適用した場合の構成の一例を示す図



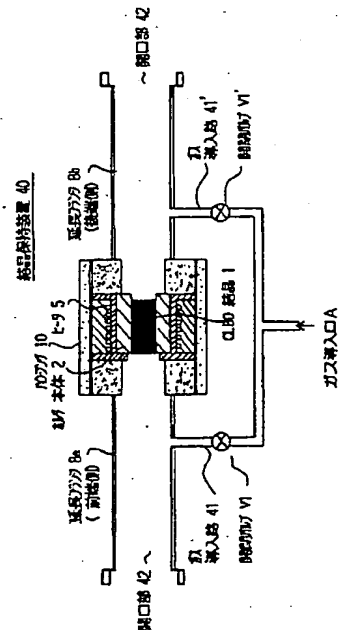
【図3】

結晶保持装置内にアルゴンガスのみを供給した場合と、高純度酸素ガスを供給した場合の出力を示す図



【図4】

本発明の第2の実施例の結晶保持装置の概略構成を示す図



【図7】

本発明の他の変形例を示す図

